

# Mayor Productividad y Rentabilidad con Producción Más Limpia

CLTC-01

ESTUDIO DE CASO PML-027

Enero 2006

**EMPRESA: PLANTA TOSTADORA DE CAFÉ DE LA “COMPAÑÍA INDUSTRIAL AGRÍCOLA CAFÉ NUEVA ESPERANZA NÚÑEZ S.R.L.” (CIACNEN)**

**DIVISIÓN 15: Elaboración de Productos Alimenticios y Bebidas**

**CLASE 1549: Elaboración de otros productos alimenticios (no contemplados en otras partidas)**

(Según la Revisión 3 de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme - CIIU)

## IMPLEMENTACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (\*)

### RESULTADOS ECONÓMICOS

- Inversión: 44 US\$
- Reducción de costos: 1,030 US\$/año
- Retorno sobre la inversión: inmediato

### RESULTADOS AMBIENTALES

- Se elimina la emisión del 100% de material particulado a la atmósfera
- Se disminuye en 610 kWh el consumo de energía eléctrica (49%)

(\*) En el formato numérico, la coma se utiliza como separador de miles y el punto como separador de decimales.

## QUÉ ES “PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA”

“La Producción Más Limpia es la aplicación continua de una estrategia ambiental, preventiva e integrada, a los procesos productivos, a los productos y a los servicios para incrementar la eficiencia global y reducir riesgos para los seres humanos y el ambiente. La Producción Más Limpia puede ser aplicada a los procesos empleados en cualquier industria, a los productos mismos y a los diferentes servicios prestados en una sociedad”.

## CICLO DE “PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA”



### 1) Identificar oportunidades y formular recomendaciones

El primer paso consiste en realizar una revisión técnica para identificar oportunidades y formular recomendaciones que permitan mejorar la productividad y eficiencia en cada operación unitaria. Estas tareas deben ser realizadas por profesionales idóneos, quienes deben trabajar con el personal de la empresa en general, desde obreros hasta ejecutivos.

### 2) Implementar las recomendaciones

Una vez que las recomendaciones han sido formuladas, éstas son ordenadas según las prioridades e intereses de la empresa. Luego, se forma un equipo de trabajo para implementar las recomendaciones seleccionadas según el cronograma establecido y el presupuesto asignado.

### 3) Medir el éxito

Los resultados son medidos a través de indicadores como la reducción en la cantidad de desechos o de contaminación generada; la reducción en el consumo específico de materias primas, energía y agua; la reducción de costos de producción; y el incremento de las utilidades. Una vez medido el éxito, se debe volver al paso 1 para iniciar un nuevo ciclo.

## INTRODUCCIÓN

Este estudio de caso presenta los logros alcanzados en la Tostadora de Café de la “Compañía industrial Agrícola Café Nueva Esperanza Núñez S.R.L.”, CIACNEN, situada en la ciudad de Cochabamba. Estos logros son el resultado de la implementación de las recomendaciones de producción más limpia propuestas por el Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS) en el diagnóstico de Producción Más Limpia (DPML) ejecutado en mayo del 2004.

La empresa implementó una serie de medidas con el propósito de aumentar la cantidad y la calidad del café tostado molido que produce. Al mismo tiempo, disminuir los impactos ambientales negativos que provoca el desarrollo de sus actividades.

## PRODUCCION

En los meses de octubre del 2003 a abril del 2004, período de referencia para el DPML, la tostadora procesó 740 kg de café oro y obtuvo 600 kg de café tostado molido. Entre octubre 2004 y abril 2005, período considerado para evaluar el estado de avance de las recomendaciones efectuadas en el DPML, la tostadora procesó 1,060 kg de café oro, provenientes de su planta beneficiadora y de la zona de los Yungas de La Paz, y obtuvo 884 kg de café tostado molido. Esto representa un aumento del 43 % en la cantidad de café oro procesado y un 48% respecto a la producción de café tostado molido. El rendimiento en la producción se incrementó del 81% que se tenía en el 2004 hasta un 83% del 2005.

El diagrama de flujo de la Figura 1, resume el proceso que se sigue en la planta a partir del café oro.

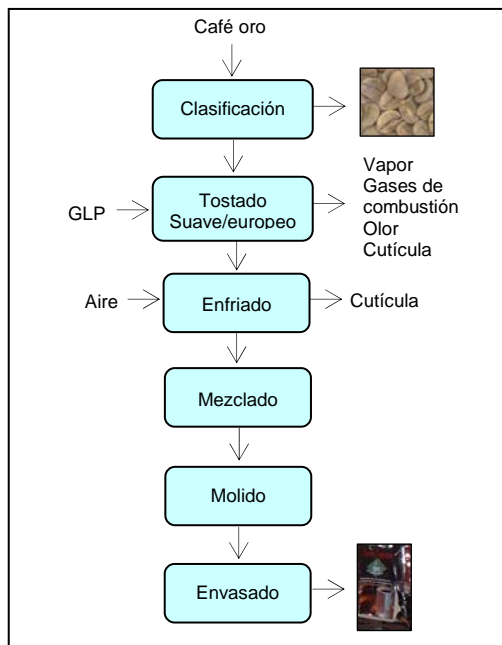


Figura 1. Flujograma del proceso de producción.

## RECOMENDACIONES IMPLEMENTADAS

### 1. MEJORAR LAS CONDICIONES DE LA OPERACIÓN DEL TOSTADO

Situación anterior: *Mermas durante el tostado 0.18<sup>1</sup> [kg / kg de café oro]. Tiempo de tostado suave 35 min. Tiempo de tostado europeo 44 min.*

<sup>1</sup> Si en la situación anterior se suma las mermas en el tostado (18%) y el rendimiento del café tostado (81%) se obtiene 99%; el 1% restante, corresponde a las pérdidas en la molienda. En la situación actual, las mermas en el tostado y el rendimiento del café tostado suman 100%, porque las pérdidas en la molienda son menores al 0.1 %.

El tostado es una operación que influye de manera determinante en la calidad final del café. Si bien se tiene conocimiento sobre la importancia de esta operación, en la misma se presentaban los siguientes problemas:

- No se realizaba una clasificación de granos, ni una separación de impurezas previa al tostado.
- El tamaño desigual del grano daba por resultado un tostado desigual, ya que los granos pequeños y quebrados se tuestan más rápidamente que los enteros y grandes.
- El equipo de tostación y la bandeja de enfriamiento se encontraban impregnados de residuos de café tostado de lotes anteriores. Se observó la presencia de algunos granos en el tostador que no habían sido removidos antes de iniciar el tostado del siguiente lote.

Situación actual: *Mermas durante el tostado 0.16 [kg / kg de café oro]. Tiempo de tostado café suave 25 min. Tiempo de tostado café europeo 30 min.*

La empresa realizó las siguientes acciones para implementar la recomendación:

- Selecciona los granos de café oro proveniente de los Yungas, porque llegan con impurezas y granos partidos. El café que llega del Chapare, no es seleccionado porque el tamaño de los granos es más uniforme y no contiene impurezas.
- Compró una aspiradora, con la cual se realiza la limpieza de la tostadora y se ayuda a enfriar el café tostado en la bandeja de enfriamiento. La limpieza se realiza al terminar el proceso y antes de empezar uno nuevo.
- Saca los granos que se quedan en el cuello de la tostadora, para evitar que durante el tostado de un nuevo lote, los mismos se quemen y confieran un olor a quemado a todo el nuevo lote.
- Disminuyó los tiempos de tostado mejorando la calidad de los dos tipos de café que produce. Anteriormente, el tostado europeo tardaba 44 minutos; actualmente, el tostado se realiza en 30 minutos. Para el tostado suave, se tardaba 35 minutos; actualmente, el tostado se realiza en, aproximadamente, 25 minutos.
- Colocaron protectores de polvo a los equipos.



Figura 2 a) Grano de café oro; b) Tostado suave antes; c) Tostado suave actual; d) Tostado europeo antes; y e) Tostado europeo actual.

Con la implementación de estas medidas se logró mejorar la calidad del café, pues se logra un tostado más homogéneo; se ha disminuido el grado de tostado, tal como se puede observar en la Figura 2, esto ha permitido mejorar el aspecto del producto y su sabor; finalmente, se ha reducido la cantidad de GLP utilizada en el tostado.

### 2. MEJORAR EL ENFRIADO DEL CAFÉ TOSTADO

Situación anterior: *Tiempo de enfriado 2 horas*

La temperatura que alcanzan los granos de café al finalizar el tostado es de 140 °C, aproximadamente, debiendo ser enfriados rápidamente para evitar que se pierda una parte de las sustancias volátiles que le

dan su aroma característico. El enfriamiento de los granos se realizaba haciendo pasar aire a temperatura ambiente a través de los granos, cuando éstos salen del tostador hacia la bandeja de enfriamiento. Durante el DPML, se constató que el sistema de enfriamiento no cumplía su función y los granos tostados tardaban más de dos horas en llegar a la temperatura ambiente.

Situación actual: *Tiempo de enfriado 1 hora.*

Para mejorar el enfriado del café, se tomaron las siguientes acciones:

- El enfriado de los granos de café se realiza con la ayuda del soplador de aire que se compró para realizar la limpieza de las máquinas.
- Se colocó un sello de goma en la base del cilindro para evitar que haya fugas de aire que perjudiquen el enfriado de los granos de café (ver Figura 3).
- Se realiza la limpieza del equipo de forma regular, para evitar que se tapen los conductos de salida del aire.

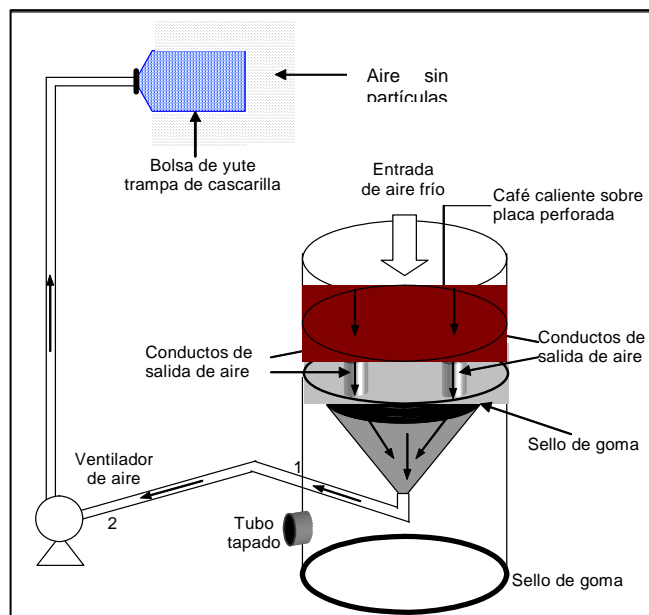
Con estas acciones, los granos de café se enfrían en menor tiempo, evitando así que se pierdan las sustancias volátiles que le confieren su aroma característico. Se disminuyó el tiempo de secado a la mitad, aproximadamente.

### 3. RETENER LA CUTÍCULA QUE SE DESPRENDE DEL GRANO DURANTE EL ENFRIADO

Situación anterior: *La cutícula que se desprendía, era eliminada directamente a la atmósfera*

Durante el enfriado del grano de café, se liberaba a la atmósfera, en forma de partículas, la cutícula (también denominada hollejo, pellicilla o película plateada) que cubre el cotiledón seco del grano del café.

La empresa enfrentaba problemas con los vecinos debido a estas emisiones a la atmósfera y a las originadas durante la operación de tostado.



**Figura 3** Esquema de la forma como se realiza la retención de la cutícula actualmente.

Situación actual: *La cutícula que se desprende es retenida eliminando la emisión de partículas a la atmósfera.*

La empresa colocó una bolsa de yute a la salida del tubo de descarga, que retiene la cutícula en su interior, y solo deja salir el aire que proviene

de la operación de enfriado (ver Figura 3). Con la implementación de esta medida y la elevación de la chimenea, cesaron las quejas de los vecinos.

### 4. MEJORAR LA ILUMINACIÓN EN AMBIENTES DE PRODUCCIÓN

Situación anterior: *Iluminación artificial en la sala de producción 143.8 lux*

La sala de producción tenía un solo foco y el operario no tenía la suficiente iluminación para realizar el control del tostado, situación que también contribuía a que los granos resulten más tostados de lo normal. Según mediciones realizadas por el equipo del CPTS con un luxómetro durante el DPML, se verificó que los valores de iluminancia no eran los adecuados.

Situación actual: *Iluminación natural 244 lux. Iluminación artificial 1,390 lux*

Para mejorar la iluminación en la sala de tostado se realizaron las siguientes mejoras:

- Se colocó un reflector de 500 W, el cual sólo es encendido por unos minutos al momento de realizar el control del grado de tostado; y una luminaria incandescente “luz de día”, para que imite la luz natural cuando se tuesta por la noche; ambos próximos al tostador.
- Se elevó una sección del techo y tumbado para mejorar la iluminación natural y mejorar la ventilación del área de tostado.

Con la actual iluminación, se controla mejor el grado de tostado y se obtiene un tostado uniforme entre lote y lote.

### 5. RECOMENDACIONES GENERALES

Situación anterior:

- Durante el tostado, se controla el grado de tueste sacando una muestra y comparándola con un patrón o modelo. La muestra se obtenía con una cucharilla de plástico a través de un orificio ubicado en la parte frontal del tostador. Posteriormente se abría un “dumper” que permitía devolver la muestra al tostador. Esta operación provocaba la salida de una cantidad significativa de gases del interior del tostador; adicionalmente, se corría el riesgo de contaminar el café con el plástico, al estar expuesto a altas temperaturas.
- El tostado de los granos de café produce emisiones de material particulado, de componentes orgánicos volátiles, de ácidos orgánicos y de productos de la combustión del GLP. Los granos de café contienen una amplia variedad de componentes químicos. Algunos de estos compuestos se volatilizan, oxidan o descomponen como parte del proceso de tostado y salen a la atmósfera junto con los gases de combustión a través de una pequeña chimenea. Esta situación provocaba problemas a la empresa con los vecinos, quienes se quejaban por el humo y los fuertes olores que se desprendía.
- Durante el calentamiento inicial del tostador no se contaba con una buena combustión (llama color amarilla), perdiéndose una parte de la energía. Esta mala combustión se debía a la falta de aire, ya que al inicio de la operación todo el sistema de tostado está frío, incluida la chimenea, con poco tiraje en la misma. Se utilizaba una sola garrafa para el tostado, abriéndose la llave de salida de GLP totalmente, esto provocaba un cambio de presión que enfriaba la garrafa, reduciendo la salida de gas.

Situación actual:

- Se adaptó una cucharilla de acero inoxidable, a la que se colocó un mango de madera. Con la cucharilla que está permanentemente colocada en el orificio, se toman las muestras, se comparan los granos con la muestra patrón, y los granos son devueltos al tostador por el mismo orificio. De esta manera se elimina el riesgo de contaminación y la salida de gases del interior del tostador.
- Se aumentó la altura de la chimenea en 1.5 m. para que los gases y

compuestos volátiles salgan más arriba y no lleguen a las casas vecinas. Esta medida junto con la recomendación 3, permitió mejorar las relaciones con los vecinos.

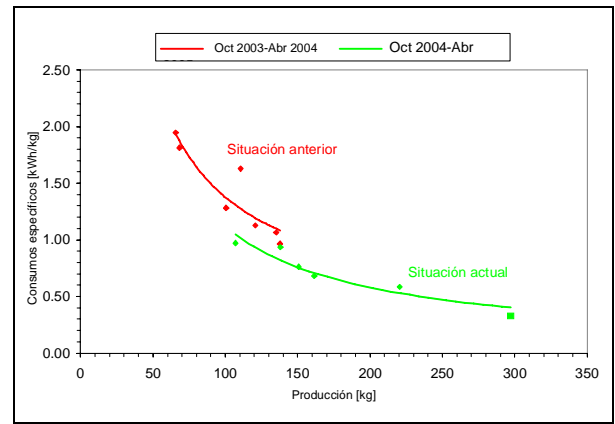
- Actualmente se utilizan 2 garrafas, instaladas en serie, para realizar el calentamiento del tostador, las llaves de conexión se abren al mínimo, y a medida que empieza a calentarse, se aumenta la llama. Con esta medida se evita que se enfríen las garrafas y se controla que la combustión sea completa (llama de color azul).

### BENEFICIOS DE LA PRÁCTICA DE PML

Mediante la aplicación de medidas de PML, la planta ha dado los primeros pasos para implementar un programa de Producción Más Limpia.

Se mejoró la calidad del café y se incrementó la producción de café molido tostado en un 48%. La producción en el período anterior fue de 598 kg y, actualmente, es de 884 kg.

En la Figura 4 se presenta de manera gráfica la forma en que las medidas implementadas por la empresa incidieron en la disminución del consumo específico de electricidad. El consumo específico en promedio, era de 1.40 kWh/kg de café producido, actualmente, es de 0.71 kWh/kg.



**Figura 5** Curvas de consumos específicos de energía eléctrica antes y después de la aplicación de las recomendaciones de PML

Un resumen de los beneficios ambientales y económicos mencionados, se muestra en las Tablas 1 y 2.

**Tabla 1.** Mejoras en el desempeño de CIACNEN según indicadores medidos antes y después de implementar recomendaciones de PML.

Indicador de desempeño	Antes	Después	Reducción (aumento)	% Reducción (% aumento)
Reducción de mermas en el tostado [kg /kg de café oro]	0.18	0.16	0.02	11
Tiempo de tostado de café suave [min]	44	30	14	28
Tiempo de tostado de café europeo [min]	35	25	10	32
Tiempo de enfriado del café [h]	2	1	1	50
Consumo específico de energía eléctrica [kWh/kg de café producido]	1.40	0.71	0.69	49
Rendimiento [kg de café producido/kg de café oro]	81	84	(3)	(4)
Producción [kg de café producido/7 meses]	598	884	(286)	(48)

**Tabla 2.** Inversiones, ahorros, retornos y beneficios ambientales.

Recomendación	Inversión [US\$]	Beneficios económico [US\$/año]	Retorno	Beneficio ambiental
1. Mejorar las condiciones de la operación del tostado.	32	100	Inmediato	Se evita la emisión, al medio ambiente, de 2 kg/año de cutícula. Se disminuyó la cantidad de GLP al disminuir los tiempos de tostado. Se disminuyó la cantidad de energía eléctrica utilizada en 610 kWh/año.
2. Mejorar el enfriado del café tostado	mínima	Ahorro por aumento del rendimiento en la operación de tostado		
3. Retener la cutícula que se desprende del grano durante el enfriado	mínima	880(*) Ingresos adicionales por aumento en la producción		
4. Mejorar la iluminación en ambientes de producción	12	50		
5. RECOMENDACIONES GENERALES	mínima	Ahorro por reducción del consumo específico de energía eléctrica		
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>1,030</b>	<b>Inmediato</b>	

(\*) Este ingreso está calculado para un período de 7 meses.



**Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles - CPTS**  
 Av. Mcal. Santa Cruz, N° 1392, Edif. Cámara Nacional de Comercio, Piso 12  
 Telf: (591-2) 2319891, Fax: (591-2) 2319903  
 Casilla 2603  
 Página Web: [www.CPTS.org](http://www.CPTS.org)  
 Correo electrónico: [direccion.ejecutiva@cpts.org](mailto:direccion.ejecutiva@cpts.org)  
 La Paz - Bolivia



**EMBAJADA  
REAL DE  
DINAMARCA**